

ESTUDIO PRELIMINAR DE DIVERSAS VARIEDADES DE NARANJAS SANGUINAS. III: COLOR DEL ZUMO

¹ Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Estación Sericícola. 30150. La Alberca (Murcia).

² Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández. Ctra. De Beniel, km 3,2. 03312 Orihuela (Alicante).

³ Departamento de Física y Arquitectura de computadores. Universidad Miguel Hernández. Ctra. De Beniel, km 3,2. 03312 Orihuela (Alicante).

⁴ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Moncada (Valencia).

⁵ Departamento de Estudios Económicos y Financieros. Universidad Miguel Hernández. Avda. De la Universidad, s/n. 03202. Elche (Alicante).

Resumen

Las naranjas sanguinas se caracterizan por su coloración roja intensa tanto externa como interna. En este trabajo se caracterizan el color del zumo de 11 variedades de naranjas tipo sangre: Sangre Oval, Navel Sangre, Murtera, Entrefina, Sanguinelli, Maltaise demi Sanguine, Maltaise Blonde, Moro Catania, Tarocco, Tarocco Messina y Tarocco Rosso. Los resultados muestran que el zumo de las variedades Moro Catania, Sanguinelli y Tarocco Rosso, son las únicas que tienen interés para la industria de zumo si se busca zumo de naranja con un intenso color rojo.

del color rojizo de los zumos obtenidos a partir de ellas (Arena et al., 2000; Kirca y Cemeroglu, 2003; Lee, 2002). Conviene recordar que la síntesis de antocianos requiere de temperaturas bajas, preferiblemente zonas frías con heladas suaves.

La estructura de los antocianos es de tipo cíclico y al hidrolizarse en el estómago se convierten en antocianidinas pasando a ser incoloros, a pesar de que los antocianos de partida sean altamente coloreados. Estos poseen nombres derivados de las frutas de partida. Han sido identificados más de 16 antocianos, pero los más conocidos son los de la naranja (cianidina y delfinidina) y los de la uva (malvidina, peonidina, delfinidina, cianidina, petunidina y pelargonidina). Estos antocianos son fácilmente destruidos durante los tratamientos térmicos a los que se someten los zumos para su conservación.

En general, a nivel mundial el consumo de naranja fresca está disminuyendo debido a que está siendo reemplazado por el consumo de zumo de naranja de procedencia industrial. Por su alto contenido en zumo, elevada acidez y tamaño pequeño, el destino principal de las naranjas sanguinas es para zumo, ya

sea consumo en los hogares o para la industria. Sus excelentes propiedades saludables, en particular sus propiedades antioxidantes, hacen que el futuro sea halagüeño, tanto para el consumo en fresco como para zumo; además, la introducción de nuevas variedades, la mejora de las técnicas de cultivo, de los sistemas de procesado y conservación, ha llevado a un repunte de nuevas plantaciones.

El zumo de naranja se encuentra entre los zumos de frutas más populares y de mayor consumo a nivel mundial (Canadean, 2011) debido en gran parte a la combinación de su deseable sabor, su atractivo color, y los beneficios que aporta para la salud. Estos zumos contienen una compleja mezcla de compuestos que aportan un sabor y aroma característico, que es demandado por los consumidores como un atributo de calidad (Rega et al., 2004).

El mercado europeo representa un total de 11.275 millones de litros. Del total, un 51,3% corresponden a marcas blancas (que progresa sobre el 44% de 2005), y un 48,7% a marcas de fabricante. En cuanto a las frutas de procedencia, el zumo más popular es el de naranja, que supone

1.- INTRODUCCIÓN

El color de los zumos de naranja se debe mayoritariamente a su contenido en pigmentos carotenoides, siendo la β -criptoxantina el carotenoide que aporta el color naranja brillante, muy deseable por el consumidor. Entre los factores que afectan a este atributo se encuentran: el estado de madurez de las naranjas, la especie, la variedad o el clima (Casas y Mallent, 1988).

Las denominadas variedades de naranja sanguinas deben su color al contenido en carotenoides pero sobre todo al de antocianos, que son pigmentos rojos-azulados, solubles en agua, y principales responsables

un tercio del total de los zumos del mercado mundial (34,6%). El siguiente zumo más consumido es el de manzana pero su porcentaje desciende al 15%; mezclas 11,2%; multivitaminados 5,9%; piña 4,8%; otros 28,5% (Canadean, 2011)

El consumo de zumos en España supera los mil millones de litros de los cuales el 28,6% corresponden a naranja, seguido de piña (20,1%) y melocotón (19,7%). Mayoritariamente se consumen en envases de cartón (77,9%) seguidos de plástico (13,9) y cristal (8,1) (AIJN, 2012). Los meses de verano representan el periodo de mayor consumo de zumos y néctares.

La gran competitividad existente y las nuevas perspectivas de mercado actual, estimulan a las industrias a desarrollar productos con mejor calidad sensorial y mayor vida útil, sin olvidar la continua necesidad de reducir los costes de producción. Para superar estos desafíos, la industria cuenta con el conocimiento de las características sensoriales de los productos, así como de las preferencias del consumidor.

Por otro lado, el procesado tecnológico al que se someten los zumos en la industria para prolongar su estabilidad provoca cambios en el color (Lee y Coates, 2003), por lo que se ha propuesto su medida como un indicador de la degradación durante el procesado térmico de algunas frutas (Ávila y Silva, 1999)

El color de los zumos se ha determinado tradicionalmente con los denominados OJ, basados en la clasificación USDA, que empleaba seis patrones de distinto color, desde el más claro (OJ6) hasta el más oscuro (OJ1), que pueden ser empleados para comparaciones de color directas o para calibrar aparatos certificados.

La colorimetría triestímulo ha sido

ampliamente utilizada en el estudio del zumo de naranja. Así, diversos autores la han utilizado en el control de calidad del zumo para estimar el contenido de carotenoides y provitamina A (Meléndez-Martínez *et al.*, 2003; 2007) o en el control de la concentración de zumo con el fin de detectar rápidamente adulteraciones en la industria (MacDougall, 2002). Las medidas objetivas de color a través de la Colorimetría Triestímulo presentan importantes ventajas en comparación con otros métodos analíticos ya que se trata de un técnica no destructiva y muy rápida (Meléndez-Martínez *et al.*, 2005).

La utilización de colorímetros portátiles permite de una manera fácil y rápida caracterizar el color del zumo de los frutos. A partir de los valores triestímulo, se obtiene las coordenadas colorimétricas **L**, **a** y **b**, y con estos valores mediante sencillas fórmulas matemáticas se determinan nuevas expresiones como: el tono angular (hue), el croma (C), índice de color (Ic), diferencias de color (ΔE), diferencia de tono perceptual (ΔH), etc.

En trabajos anteriores (Porrás *et al.*, 2014 a, b) se estudiaron los parámetros físico-químicos y el color externo e interno de los frutos. En este tercer y último trabajo analizamos el color del zumo de las mismas variedades, utilizando diversas fórmulas matemáticas a partir de las coordenadas colorimétricas de 11 variedades de naranjas del grupo Sangre.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Al igual que en los trabajos anteriores (Porrás *et al.*, 2014 a,b), las variedades de naranjas que se estudian son once: Sangre Oval, Navel Sangre, Murtera, Entrefina, Sanguinelli, Maltaise demi Sanguine, Maltaise Blonde, Moro Catania, Tarocco, Tarocco Messina, Tarocco Rosso, todas ellas están injertadas

en citrange Carrizo. El marco de plantación es de 6 x 5 m². El sistema de riego es localizado, y las prácticas culturales son las habituales de la zona.

De los tres árboles de cada una de las 11 variedades que se estudian, ubicadas en el Banco de Germoplasma del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA); se recolectan 15 frutos al azar en marzo de 2013 de todas las orientaciones del árbol para igualar la variabilidad de las muestras dentro de cada variedad. Los frutos se cortan ecuatorialmente y mediante un exprimidor industrial Lomi se extrae el zumo, que se filtra a través de una muselina de nylon para quitar la mayor parte de la pulpa, y este es el que denominamos zumo filtrado. Una parte del zumo filtrado se centrifuga en un tubo de centrifuga Falcon de 50mL. a 8.000 g durante 5 minutos. El zumo tanto el filtrado como el centrifugado, se introducen en una cubeta estándar de plástico Minolta de 20 mm de paso (Modelo CM-A132) con soporte de sujeción CM-A154 y porta cubetas CM-A196, donde posteriormente son medidos los parámetros colorimétricos. La medición del zumo centrifugado ha sido tal cual se ha obtenido del zumo sobrenadante, sin haber utilizado alcohol previamente para extraer los antocianos de las membranas.

Los parámetros básicos medidos son el **L**, **a** y **b**, y a partir de estos se obtienen los diversos índices colorimétricos. El instrumento de medida es un colorímetro espectrofotómetro CM-700d de Minolta. Las medidas se realizan con un, ángulo de observador de 2°, iluminante C, espacio de color HunterLab y área de medición MAV (8 mm).

El croma, se define como:

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$



Foto 1. Cubetas de zumos filtrados y no centrifugados.
De izquierda a derecha: Agua destilada; Entrefina; Murtera; Navel Sangre; Sangre Oval; Maltaise Blonde; Maltaise demi Sanguine; Tarocco; Tarocco Messina; Tarocco Rosso; Sanguinelli; Moro Catania.

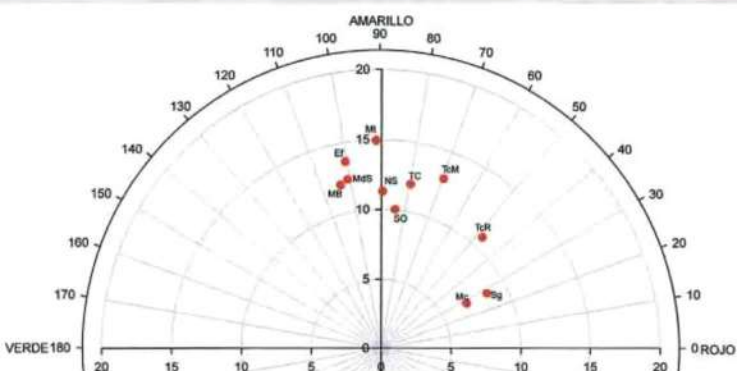


Figura 1. Localización de las muestras del zumo filtrado de diversas variedades de sanguinas en el diagrama a (verde-rojo) b (amarillo).
Ef = Entrefina; Mt = Murtera; N S = Navel Sangre; S O = Sangre Oval; M B = Maltaise Blonde; M d S = Maltaise demi Sanguine; Tc = Tarocco; Tc M = Tarocco Messina; Tc R = Tarocco Rosso; Sg = Sanguinelli; M C = Moro Catania.

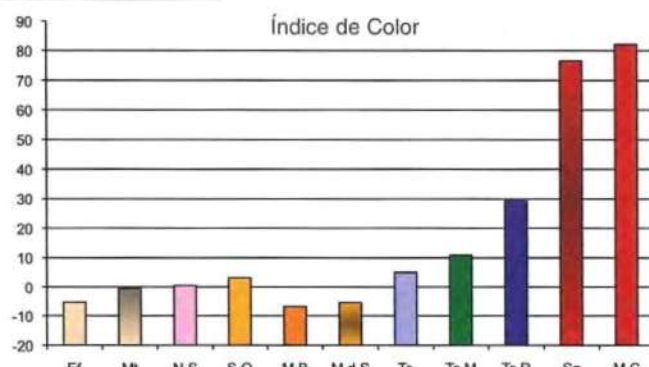


Figura 2. Índice de color zumo filtrado de los frutos de diversas variedades sanguinas.
Ef = Entrefina; Mt = Murtera; N S = Navel Sangre; S O = Sangre Oval; M B = Maltaise Blonde; M d S = Maltaise demi Sanguine; Tc = Tarocco; Tc M = Tarocco Messina; Tc R = Tarocco Rosso; Sg = Sanguinelli; M C = Moro Catania.

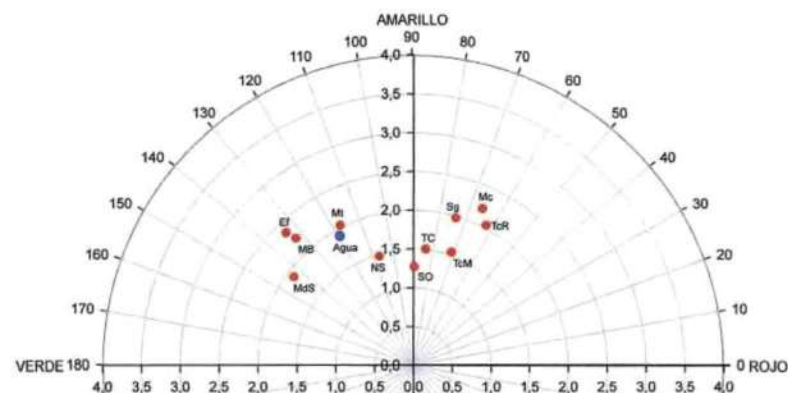


Figura 3. Localización de las muestras de zumo de diversas variedades de sanguinas en el diagrama a (verde-rojo) b (amarillo).
Ef = Entrefina; Mt = Murtera; N S = Navel Sangre; S O = Sangre Oval; M B = Maltaise Blonde; M d S = Maltaise demi Sanguine; Tc = Tarocco; Tc M = Tarocco Messina; Tc R = Tarocco Rosso; Sg = Sanguinelli; M C = Moro Catania; Agua = Agua destilada.



Figura 4. Índice de color zumo centrifugado de los frutos de diversas variedades sanguinas.
Ef = Entrefina; Mt = Murtera; N S = Navel Sangre; S O = Sangre Oval; M B = Maltaise Blonde; M d S = Maltaise demi Sanguine; Tc = Tarocco; Tc M = Tarocco Messina; Tc R = Tarocco Rosso; Sg = Sanguinelli; M C = Moro Catania.

El tono, que se representa con el símbolo h , se en grados sexagesimales. Se define como:

$$h = \arctg \left(\frac{b}{a} \right)$$

El índice de color (Jiménez-Cuesta *et al.*, 1981), se expresa como:

$$Ic = 1000 * \frac{a}{L*b}$$

El parámetro diferencia de color (ΔE), permite medir la diferencia cromática entre dos estímulos. Las diferencias de color son la distancias euclídeas entre los puntos representativos de los estímulos de color en el espacio de color considerado, pero

no dan la dirección, y se expresan como ΔE han sido calculadas según la siguiente fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

La relación entre el juicio del observador o sea las diferencias percibidas sensorialmente y las diferencias de color calculadas a partir de una medida instrumental, el color percibido por el ojo humano, nos indica que valores entre 0,5 - 1,5, esta diferencia es ligera; entre 1,5 - 3,0 la diferencia es notable; entre 3,0 - 6,0 es apreciable y mas de 6,0 mucha. (Manresa y Vicente, 2007; Melgosa *et al.*, 2001).

La diferencia psicométrica de tono se representa como (Gilbert, 2002):

$$\Delta H = 2 * \sqrt{C_2^1 * C_2^2} * \left(\sin \frac{\Delta h}{2} \right)$$

que al incluir el seno de Δh da el signo directamente. En nuestro caso nos indica si una muestra es más roja o menos roja que con la que comparamos. No hay que confundir la diferencia de tono angular $\Delta h = h_2 - h_1$, con la diferencia psicométrica de tono ΔH (Gilbert, 2002; Gilbert y Martínez Verdú, 2007), que conceptualmente son distintos.

La Figura 1 y 3 están realizadas con el programa Sigma Plot 12 y las 2 y 4 en Excel.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Color del zumo filtrado

Las coordenadas colorimétricas y los valores de Croma y ángulo de tono h , se muestran en la Tabla 1. La menor luminosidad del zumo se da en Moro Catania y Sanguinelli, mientras que la mayor es Tarocco, valores todos ellos por debajo de 50, lo que nos indica que son más oscuros que luminosos.

El parámetro a nos indicaría los verdes (valores negativos) y los rojos (positivos), el mayor valor se da en Sanguinelli y el menor en Maltesa Blonde, mientras que el parámetro b (amarillo) los valores más elevados se dan en Murtera y Entrefina y los más bajos en Moro Catania y Sanguinelli.

Los valores de Croma son bajos oscilando entre 6,97 de Moro Catania y 14,94 de Murtera.

En cuanto al ángulo de tono es amplio oscilando entre el 27,55 de Sanguinelli (más roja) y 103,56 de Maltese Blonde (amarillo verdosa) seguida de Maltesa demi Sanguine y Entrefina.

En general los valores de L , a y b vienen a ser semejantes a los obtenidos por Lee (2002) en el espacio de color CIELAB para algunas de las variedades aquí estudiadas.

La Tabla 2, muestra las diferencias de color de todas las variedades entre sí. Valores superiores a 6 indican que se distinguen muy bien entre sí las variedades, con valores superiores a 3 se distinguen bien y con diferencias de color superiores a 1,5 ya son notables (Manresa y Vicente, 2007). Al medir la corteza o el fruto partido hay grandes variaciones en la distribución del color porque la superficie no es uniforme, mientras que el color del zumo recién exprimido es uniforme; esas pequeñas diferencias

Tabla 1. Parámetros colorimétricos del zumo filtrado, de frutos recolectados en marzo 2013, en el espacio de color HunterLab e iluminante C.

Variedad	L	a	b	C	h
Entrefina	36,05	-2,50	13,43	13,66	100,54
Murtera	36,63	-0,29	14,94	14,94	91,11
Navel Sangre	34,91	0,19	11,32	11,32	89,04
Sangre Oval	33,18	1,06	10,00	10,06	83,95
Maltesa Blonde	36,63	-2,83	11,73	12,07	103,56
Maltesa demi Sanguine	35,87	-2,31	12,15	12,37	100,76
Tarocco	37,07	2,18	11,81	12,01	79,54
Tarocco Messina	34,54	4,54	12,2	13,02	69,59
Tarocco Rosso	31,14	7,30	8,00	10,83	47,62
Sanguinelli	25,03	7,61	3,97	8,58	27,55
Moro Catania	23,02	6,16	3,26	6,97	27,89

Tabla 2. Matriz ΔE_{ab} del color del zumo filtrado de frutos recolectados en marzo 2013.

ΔE_{ab} Refer. ↓ Var.	Ef	Mt	N S	S O	M B	M d S	Tc	Tc M	Tc R	Sg	M C
Ef		2,74	3,60	5,72	1,83	1,31	5,06	7,30	12,23	17,70	18,66
Mt	2,74		4,04	6,17	4,09	3,53	4,01	5,93	11,66	17,81	19,06
N S	3,60	4,04		2,34	3,50	2,80	2,98	4,45	8,71	14,38	15,56
S O	5,72	6,17	2,34		5,48	4,82	4,43	4,34	6,86	12,07	13,22
M B	1,83	4,09	3,50	5,48		1,01	5,03	7,68	12,11	17,43	18,38
M d S	1,31	3,53	2,80	4,82	1,01		4,66	6,98	11,49	16,82	17,77
Tc	5,06	4,01	2,98	4,43	5,03	4,66		3,48	8,71	15,36	16,92
Tc M	7,30	5,93	4,45	4,34	7,68	6,98	3,48		6,07	12,95	14,67
Tc R	12,23	11,66	8,71	6,86	12,11	11,49	8,71	6,07		7,33	9,47
Sg	17,70	17,81	14,38	12,07	17,43	16,82	15,36	12,95	7,33		2,58
M C	18,66	19,06	15,56	13,22	18,38	17,77	16,92	14,67	9,47	2,58	

Entrefina= Ef; Murtera= Mt; Navel Sangre= N S; Sangre Oval= S O; Maltese Blonde= M B; Maltese demi Sanguine= M d S; Tarocco= Tc; Tarocco Messina= Tc M; Tarocco Rosso= Tc R; Sanguinelli= Sg; Moro Catania= M C;

de color de 1,5 hace que la apreciación de color con valores de 1,5 hace distinguible una muestra de otra. Sanguinelli y Moro Catania son las variedades que presentan mayores diferencias de color con el resto de variedades.

La distribución en el plano de las muestras zumo de las diversas variedades se puede apreciar en la Figura 1.

Los índices de color del zumo de las diversas naranjas sanguinas se muestran en la Figura 2. Los valores más elevados corresponden a Moro Catania y Sanguinelli.

En cuanto al tono perceptual

(Tabla 3), Sanguinelli y Moro Catania no se distinguen entre sí, estando en el límite visual de los rojos Tarocco Rosso, distinguiéndose éstas tres del resto de variedades.

La menos roja sería Maltesa Blonde que apenas se distingue de Maltesa demi Sanguine y Entrefina. El valor -10,72 nos indica que Maltesa Blonde es menos roja que Tarocco Rosso; por otra parte el valor 10,72 nos indica que Tarocco Rosso es más roja que Maltesa Blonde.

En la Foto 1, se muestran las cubetas en las que se han medido el zumo. Para tener una referencia se ha situado una cubeta con agua des-

Tabla 3. Matriz ΔH_{ab} del color del zumo filtrado de frutos recolectados en marzo 2013.

ΔE_{ab} Refer. ↓ Var.	Ef	Mt	N S	S O	M B	M d S	Tc	Tc M	Tc R	Sg	M C
Ef		-2,35	-2,49	-3,38	0,68	0,05	-4,67	-7,12	-10,84	-12,88	-11,56
Mt	2,35		-0,47	-1,53	2,91	2,29	-2,70	-5,21	-9,43	-11,93	-10,70
N S	2,49	0,47		-0,95	2,96	2,42	-1,93	-4,10	-7,83	-10,08	-9,04
S O	3,38	1,53	0,95		3,75	3,26	-0,85	-2,86	-6,51	-8,78	-7,87
M B	-0,68	-2,91	-2,96	-3,75		-0,60	-5,01	-7,32	-10,72	-12,53	-11,25
M d S	-0,05	-2,29	-2,42	-3,26	0,60		-4,49	-6,82	-10,35	-12,29	-11,03
Tc	4,67	2,70	1,93	0,85	5,01	4,49		-2,17	-6,27	-8,90	-7,97
Tc M	7,12	5,21	4,10	2,86	7,32	6,82	2,17		-4,52	-7,58	-6,78
Tc R	10,84	9,43	7,83	6,51	10,72	10,35	6,27	4,52		-3,36	-2,98
Sg	12,88	11,93	10,08	8,78	12,53	12,29	8,90	7,58	3,36		0,05
M C	11,56	10,70	9,04	7,87	11,25	11,03	7,97	6,78	2,98	-0,05	

Ef = Entrefina; Mt = Murtera; N S = Navel Sangre; S O = Sangre Oval; M B = Maltese Blonde; M d S = Maltese demi Sanguine; Tc = Tarocco; Tc M = Tarocco Messina; Tc R = Tarocco Rosso; Sg = Sanguinelli; M C = Moro Catania.

Tabla 4. Parámetros colorimétricos en el espacio de color HunterLab e iluminante C, del zumo centrifugado, de frutos recolectados en marzo 2013,

Variedad	L	a	b	C	h
Entrefina	24,88	-1,63	1,71	2,36	133,63
Murtera	23,72	-0,93	1,80	2,03	117,32
Navel Sangre	24,42	-0,43	1,41	1,47	106,96
Sangre Oval	23,49	0,02	1,27	1,27	89,10
Maltese Blonde	24,27	-1,50	1,64	2,22	132,45
Maltese demi Sanguine	25,64	-1,53	1,14	1,91	143,31
Tarocco	23,16	0,17	1,50	1,51	83,53
Tarocco Messina	22,54	0,50	1,46	1,54	71,10
Tarocco Rosso	21,51	0,95	1,81	2,04	62,31
Sanguinelli	20,87	0,56	1,90	1,98	73,58
Moro Catania	20,86	0,90	2,02	2,21	65,98
Agua destilada	24,38	-0,94	1,67	1,92	119,37

tilada. Esta fotografía, junto con las Figuras 1 y 2 nos permiten hacernos una idea muy clara del amplio espectro del comportamiento colorimétrico de las diversas variedades que se consideran sanguinas, que van de un rojo muy intenso a un naranja muy similar al de los zumos de los grupos de naranjas blancas y nável.

3.2. Color del zumo filtrado y centrifugado

Una parte del zumo filtrado a través de muselina de nylon es centrifugado a 8.000 g durante cinco minutos. Los antocianos al ser hidrosolubles están presentes en el zumo sobrenadante del tubo Falcon, aun-

que no totalmente, dado que no se ha utilizado alcohol para extraer los antocianos de las membranas, en el fondo del tubo se acumula la pulpa reteniendo algo de antocianos y carotenoides. El líquido sobrenadante se extrae del tubo Falcon y se introduce en una cubeta estándar para su medición colorimétrica.

Los valores de **L** y **b** del zumo centrifugado (Tabla 4) son más bajos que los filtrados (Tabla 1), mientras, que los de la coordenada colorimétrica **a** con valores de **a** positivos en el zumo filtrado, son bastante más bajos en el centrifugado, no así los negativos del zumo filtrado que son casi iguales que en el zumo centru-

gado, lo que muestra que quedan retenidos antocianos y carotenoides en la pulpa del zumo centrifugado.

En la Tabla 4, para que sirva de referencia, se han puesto también los valores medidos del agua destilada, que tiene valores muy parecidos a los de la variedad Murtera.

Los valores del Croma son muy bajos o sea son de baja saturación o colores de baja intensidad o débil.

En cuanto al tono angular (**h**) es muy amplio, va de 62,31 de Tarocco Rosso a 143,31 de Maltese demi Sanguine. Valores pequeños de **a** y **b** hacen que la distribución en el plano de estos valores sea muy próxima y se ha modificado la escala de 0 a 4, para poder ver bien su posición en el plano (Fig. 4), a diferencia del zumo sólo filtrado, en el que la escala puede llegar a valores de 20, alcanzándose en nuestro trabajo valores de Croma próximos a 15.

Esta proximidad de las coordenadas **a** y **b**, se refleja también en la matriz de diferencias de color (Tabla 5), donde hay muy pocos valores superiores a 3. Ya hemos indicado anteriormente que en la corteza de los frutos o en su interior, la superficie de medida no es uniforme y hay una gran variabilidad entre los diversos frutos del mismo árbol, por lo que es necesario un gran número de mediciones para obtener una media que sea representativa, mientras que en el zumo éste efecto no se da, ya que las medidas del zumo en cubetas es totalmente uniforme. En el caso del zumo, al ser de gran uniformidad la superficie que se mide o que se percibe, los valores medidos entre variedades con diferencias de color entre 0,5 y 1,5, son percibidas por el ojo humano como ligeras, mientras que entre 1,5 y 3 la diferencia es notable y ya más de 3 se considera apreciable (Manresa y Vicente, 2007), mientras que en la corteza o el fruto partido por su ecua-

dor estas diferencias deben de ser al menos de 3.

En el índice de color (Fig 4) se observan valores negativos como consecuencia de los valores negativos de la coordenada colorimétrica *a* que al tener valores muy próximos a cero, los valores del índice de color no son tan elevados como los de zumo filtrado. Hay que tener en cuenta que el índice de color de Jimenez-Cuesta *et al.*, (1981), estaba diseñado para la corteza de las mandarinas, pero no para zumos, de todas formas nos puede dar una idea del comportamiento de las distintas variedades. La coordenada colorimétrica *a*, al ser negativa nos da valores negativos en el índice de color, siendo muy negativos en los casos de Maltesa Blonde y de Maltesa demi Sanguine. Es más intuitivo la localización de las muestras en diagrama *a-b* (Fig. 3) y la tabla 5 que nos indica la diferencia de color entre variedades.

4. CONCLUSIONES

La utilización de colorímetros espectrofotómetros, permiten la evaluación colorimétrica de los zumos de las naranjas sanguinas de manera fácil y rápida.

La localización en el espacio en el diagrama *a b*, permite fácilmente ver la distribución en el plano del color de las distintas variedades, mientras que el ΔE_{ab} nos da las diferencias de color entre esas variedades (distancia entre dos punto).

Las variedades de color rojo más intenso son: Moro Catania, Sanguinelli y Tarocco Rosso. El resto de variedades no se las considera de interés para la industria de zumos, si lo que se quiere vender es zumo de un intenso color rojo, con gran cantidad de antocianos como valor añadido por sus propiedades antioxidantes.

Tabla 5. Matriz ΔE_{ab} del color zumo filtrado y centrifugado de frutos recolectados en marzo 2013.

ΔE_{ab} Refer. ↓ Var.	Ef	Mt	N S	S O	M B	M d S	Tc	Tc M	Tc R	Sg	M C
Ef	0,00	1,36	1,32	2,20	0,63	0,96	2,50	3,17	4,25	4,57	4,76
Mt	1,36		0,94	1,11	0,81	2,12	1,27	1,88	2,90	3,22	3,40
N S	1,32	0,94		1,04	1,10	1,66	1,40	2,10	3,25	3,72	3,85
S O	2,20	1,11	1,04		1,75	2,65	0,43	1,08	2,25	2,75	2,87
M B	0,63	0,81	1,10	1,75		1,46	2,01	2,65	3,69	3,98	4,19
M d S	0,96	2,12	1,66	2,65	1,46		3,03	3,72	4,86	5,26	5,43
Tc	2,50	1,27	1,40	0,43	2,01	3,03		0,70	1,85	2,36	2,47
Tc M	3,17	1,88	2,10	1,08	2,65	3,72	0,70		1,18	1,73	1,82
Tc R	4,25	2,90	3,25	2,25	3,69	4,86	1,85	1,18		0,75	0,68
Sg	4,57	3,22	3,72	2,75	3,98	5,26	2,36	1,73	0,75		0,36
M C	4,76	3,40	3,85	2,87	4,19	5,43	2,47	1,82	0,68	0,36	

Ef = Entrefina; Mt = Murtera; N S = Navel Sangre; S O = Sangre Oval; M B = Maltese Blonde; M d S = Maltese demi Sanguine; Tc = Tarocco; Tc M = Tarocco Messina; Tc R = Tarocco Rosso; Sg = Sanguinelli; M C = Moro Catania.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado a través del PO 007-030 del programa operativo de fondos FEDER de la Región de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA

- AIJN. European Fruit Juice Association 2012. Market report. Google/ AIJN
- Arena, E., Fallico, B., & Maccarone, E. 2000. Influence of carotenoids and pulps on the color modification of blood orange juice. *Food Chemistry and Toxicology*, 65(3): 458-460.
- Avila, I.M.L.B. and Silva, C.L.M. 1999. Modeling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree. *J. Food Eng.*, 39: 161-166.
- Canadean. 2011. Informe para la European Fruit Juice Association (AIJN).
- Casas, A., Mallent, D. 1988. El color de los frutos cítricos. I. Generalidades. II. Factores que influyen en el color. Influencia de la especie, de la variedad y de la temperatura. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.*, 28(2): 184-202.
- Gilbert, E.J. 2002 Medida del color. Universidad Politécnica de Valencia. Ref.: 2007.684. ISBN: 84-9705-174-2. 461 pág.
- Gilbert, E. J., Martínez Verdú, F. 2007 Medida de la luz y el color. Tomo 2: Aplicaciones. Universidad Politécnica de Valencia. Ref.: 2007.720. ISBN: 978-84-7908-927-6. 251 pág.
- Jiménez-Cuesta, M., Cuquerella, J. and Martínez-Jávega, J.M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 750-753.
- Kirca, A., Cemeroglu, B. 2003. Degradation kinetics of anthocyanins in blood orange juice and concentrate. *Food Chemistry* 81(4): 583-587.
- Lee, H.S. 2002. Characterization of major anthocyanins and the color of red-fleshed blood orange (*Citrus sinensis*). *J. Agric. Food Chem.*, 50(5): 1243-1246.

- Lee, H. S. and Coates, G.A. 2003. Effect of thermal pasteurization on Valencia juice color and pigments. *Lebensm.-Wiss. U. Technol.* 36: 153-156.
- MacDougall, D.B. 2002. Colour measurement of food: principles and practice. In: *Colour in Food. Improving quality*. Ed. Douglas B. MacDougall. Woodhead Publishing Limited. Cambridge England. 3: 33-63.
- Manresa González, A., Vicente, I. 2007. El color en la industria de los alimentos. Ministerio de educación Superior. Ed. Universitaria. La Habana (Cuba). ISBN: 978-959-16-0582-5. 65 pp.
- Melgosa, M., Pérez, M.M., Yebra, A., Huertas, R., Hita, E. 2001. Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color. *Opt. Pur. Apl.*, 34: 1-10.
- Meléndez Martínez, A.J., Vicario, I.M., Heredia, F.J. 2003. J. Application of tristimulus colorimetry to estimate the carotenoids content in ultrafrozen orange juices. *Agric. Food Chem.*, 51: 7266-7270.
- Meléndez Martínez, A.J., Vicario, I.M., Heredia, F.J. 2005. Instrumental measurement of orange juice colour: a review. *J. Sci. Food Agric.* 894-901.
- Meléndez Martínez, A.J., Vicario, I.M., Heredia, F.J. 2007. Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juice marketed in Spain. *Food Chem.*, 101: 177-184.
- Porras Castillo, I., Conesa Martínez, A., Martínez Nicolás, J., Jara Rodríguez, J., Manera Bassa, F.J., Medina Sánchez-Valladares, A., Brotons, J.M. 2014a. Estudio preliminar de diversas variedades de naranjas sanguinas. I: Parámetros de calidad y del color externo de los frutos. *Levante Agrícola*, 53(1): 19-22.
- Porras Castillo, I., Conesa Martínez, A., Martínez Nicolás, J., Jara Rodríguez, J., Manera Bassa, F.J., Medina Sánchez-Valladares, A., Brotons, J.M. 2014b. Estudio preliminar de diversas variedades de naranjas sanguinas. II: Color interno. *Levante Agrícola*, 53 (2): 89-90, 92-95.
- Rege, B., Fournier, N., Nicklaus, S., Guichard, E. 2004. Role of pulp in flavor release and sensory perception in orange juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4204-4212.
- Soler Aznar, J., Soler Fayos, G. 2006. Cítricos. Variedades y técnicas de cultivo. Mundi-Prensa. Madrid. 242 pp.